

## Impacto del entrenamiento de fuerza para miembros inferiores en pacientes con insuficiencia cardíaca. Ensayo controlado aleatorizado.

### *Impact of strength training for lower limbs in patients with heart failure. Randomized controlled trial*

Javier Eliecer Pereira-Rodríguez<sup>1</sup>, Devi Geesel Peñaranda-Florez<sup>2</sup>, Ricardo Pereira-Rodríguez<sup>3</sup>, Pedro Pereira-Rodríguez<sup>4</sup>, Magalli Díaz-Bravo<sup>5</sup>

#### Recibido para publicación:

Abril 19 de 2019

#### Aceptado para publicación:

Junio 28 de 2019

#### Publicado en:

Junio 30 de 2019

#### Como citar este artículo:

Pereira-Rodríguez JE, Peñaranda-Florez DG, Pereira-Rodríguez R, Pereira-Rodríguez P, Díaz-Bravo M (2019). Impacto del entrenamiento de fuerza para miembros inferiores en pacientes con insuficiencia cardíaca. Ensayo controlado aleatorizado. *Ciencia y Salud Virtual*, 11 (1), 36-49. DOI: [10.22519/21455333.1287](https://doi.org/10.22519/21455333.1287)

## RESUMEN

**Introducción:** la insuficiencia cardíaca (IC) representa un problema de salud pública en el mundo, ya sea por su creciente prevalencia, como por el costo que implica el tratamiento.

**Objetivo:** determinar el impacto del entrenamiento de fuerza para miembros inferiores (MMII) en pacientes con falla cardíaca.

**Materiales y Métodos:** ensayo controlado aleatorizado en un periodo de 3 años con una muestra inicial de 920 pacientes con IC distribuidos en 2 grupos (grupo control y grupo experimental de ejercicio aeróbico más entrenamiento fuerza en MMII). Cada paciente fue intervenido con 24 sesiones de 60 minutos cada una, durante 2 meses. Se tomaron muestras para glucemia y perfil lipídico y se hicieron pruebas para capacidad aeróbica, frecuencia cardíaca máxima (FCM), antropometría, parámetros clínicos y hemodinámicos.

**Resultados:** el grupo experimental presentó cambios post entrenamiento en la fracción de eyección ( $40 \pm 3,5$  vs  $48 \pm 1,3$ ), FCM ( $148 \pm 12$  vs  $161 \pm 8$ ), porcentaje graso ( $29 \pm 4,3$  vs  $23 \pm 4,9$ ), muscular ( $30 \pm 12,9$  vs  $38 \pm 6,3$ ), circunferencia abdominal ( $93 \pm 9,7$  vs  $84 \pm 5,4$ ), glucosa ( $134 \pm 9,5$  vs  $115 \pm 4,8$ ), Índice de Masa corporal ( $31 \pm 4,6$  vs  $25 \pm 3,5$ ), colesterol total ( $208 \pm 29,6$  vs  $173 \pm 16,5$ ), triglicéridos ( $160 \pm 18,2$  vs  $138 \pm 7,7$ ), HDL ( $45 \pm 9,3$  vs  $51 \pm 2,3$ ), LDL ( $112 \pm 12,7$  vs  $109 \pm 11,6$ ) ( $p = < 0,05$ ). **Conclusión:** el entrenamiento de fuerza en MMII ineludiblemente beneficia a los pacientes con IC. Los pacientes intervenidos en este grupo experimental presentaron mejoría en todas las variables evaluadas ( $p = < 0,05$ ). Resaltamos que los beneficios fueron superiores a los presentados por un programa de entrenamiento sin fuerza.

**Palabras claves:** *ejercicio, insuficiencia cardíaca, rehabilitación cardíaca, entrenamiento de resistencia. (DECS)*

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Especialista en Rehabilitación Cardiopulmonar, Maestrante en Ciencias de la Salud, Maestrante en Innovación Educativa. Docente Universitario. Puebla, México. E-mail: [jepr87@hotmail.com](mailto:jepr87@hotmail.com)

<sup>2</sup> Fisioterapeuta, Especialista en Neurorehabilitación, Magister en dificultades del aprendizaje. Consultorio Independiente Privado. Puebla, México.

<sup>3</sup> Médico general. Residente en Medicina de urgencias y cuidado del paciente en estado crítico. FUCS – Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Bogotá-Colombia.

<sup>4</sup> Médico general. Clínica Duarte. Cúcuta-Colombia.

<sup>5</sup> Estudiante de Fisioterapia. Puebla, México. Grupo de investigación Áletheia.

## ABSTRACT

**Background:** heart failure (HF) represents a public health problem in the world, either because of its increasing prevalence, or because of the cost involved in treatment. **Objective:** to determine the impact of strength training for lower limbs in patients with heart failure. **Methods:** randomized controlled trial over a period of 3 years with an initial sample of 920 patients with HF divided into 2 groups (control group and experimental group of aerobic exercise plus strength training in lower limbs). Each patient was treated with 24 sessions of 60 minutes each, for 2 months. Samples were taken for glycemia and lipid profile and tests were done for aerobic capacity, maximum heart rate (MHR), and anthropometry, clinical and hemodynamic parameters. **Results:** the experimental group presented post-training changes in the ejection fraction ( $40\pm3.5$  vs  $48\pm1.3$ ), MHR ( $148\pm12$  vs  $161\pm8$ ), fat percentage ( $29\pm4.3$  vs  $23\pm4.9$ ), muscle ( $30\pm12.9$  vs  $38\pm6.3$ ), abdominal circumference ( $93\pm9.7$  vs  $84\pm5.4$ ), glucose ( $134\pm9.5$  vs  $115\pm4.8$ ), body mass index ( $31\pm4.6$  vs  $25\pm3.5$ ), total cholesterol ( $208\pm29.6$  vs  $173\pm16.5$ ), triglycerides ( $160\pm18.2$  vs  $138\pm7.7$ ), HDL ( $45\pm9.3$  vs  $51\pm2.3$ ), LDL ( $112\pm12.7$  vs  $109\pm11.6$ ) ( $p = <0.05$ ). **Conclusions:** strength training in lower limbs inevitably benefits patients with HF. The patients operated on in this experimental group presented improvement in all the evaluated variables ( $p = <0.05$ ). And we emphasize that the benefits are superior to those presented by a training program without strength.

**Keywords:** *exercise, heart failure, cardiac rehabilitation, resistance training.* (MeSH)

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades son la expresión de una alteración o de la desviación del estado fisiológico, de carácter leve, moderado o grave; con relación al correcto funcionamiento del organismo, o bien, de una zona específica del cuerpo por causas internas o externas que pueden manifestarse por medio de signos o síntomas característicos.

Dicho lo anterior, las enfermedades cardiovasculares (ECV) se definen como el desarrollo de procesos no contagiosos del miocardio y de los vasos sanguíneos que llegan a afectarlos de manera primaria, entre estas se incluyen patologías arteriales periféricas, cardiopatías congénitas coronarias o reumáticas, accidentes cerebrovasculares, trombosis venosas, insuficiencia cardíaca, embolias pulmonares, entre otras.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la causa principal de muerte en el mundo representando el 31%, es a causa de las enfermedades cardiovasculares y que más de tres cuartas partes de estos desusos son producidos en países que cuentan con bajos y medios recursos. A pesar de esto, gran parte de las ECV se pueden prevenir si se pone énfasis en los factores de riesgo tales como



dietas inadecuadas, obesidad, consumo de alcohol, de tabaco y/o falta de ejercicio [1].

La American Heart Association (AHA) describe a la insuficiencia cardiaca (IC) como una enfermedad de carácter crónico que de manera progresiva impide que el miocardio pueda bombear sangre. Al principio, el corazón intenta compensar eso estirándose más con la finalidad de contraerse con fuerza satisfaciendo así, la demanda de sangre y oxígeno del cuerpo. Sin embargo, mientras el tiempo transcurre, el corazón desarrolla más masa muscular lo que causa que se agrande; al mismo tiempo, causando que el corazón tenga un bombeo más rápido, los vasos sanguíneos se estrechan para ayudar a la pérdida de energía del corazón, al final, todas estas medidas compensatorias ya no son suficientes y el paciente puede verse envuelto en un cuadro desalentador [2].

Es por lo que, la insuficiencia cardiaca puede ser definida como un síndrome clínico, caracterizado por anomalías de la función ventricular y la regulación neurohormonal que se acompaña de signos de hipertensión venosa pulmonar y/o sistémica o de bajo gasto cardiaco, al igual que edema, fatiga y disnea atribuibles a un daño funcional y/o estructural de uno o ambos ventrículos, que impide el llenado y vaciado adecuado de las cavidades cardiacas.

Además, es de gran relevancia debido a su gravedad, estimándose que, su mortalidad oscila entre el 11,5 y 30 por cada 100.000 habitantes en países que son desarrollados sin incluir a los pacientes que murieron durante los primeros días en que fueron diagnosticados [3]. La prevalencia de la IC en la población adulta corresponde a un 2% mientras que, en pacientes mayores a 65 años es posible que llegue hasta un 8%. Esto quiere decir que la insuficiencia cardiaca representa el 2.5% del gasto sanitario y es una de las principales causas de hospitalización en los pacientes [4].

Con el tiempo, los pacientes que presentan insuficiencia cardiaca pueden generar una capacidad limitada en relación al ejercicio, esto es causa de síntomas tales como disnea y fatiga producidos por la disminución del flujo sanguíneo y por el bajo gasto cardiaco [5].

Por otro lado, la fuerza se define como la capacidad que posee un músculo para superar una resistencia de carácter externo o en efecto, oponérsele por medio de esfuerzos musculares. Dicha fuerza, es una cualidad básica y es necesaria para cualquier tipo de ocupación y en ocasiones, ayudándose de otras cualidades físicas [6].

Actualmente, existen distintos tipos de fuerza, entre los cuales están; la fuerza de resistencia caracterizada por oponerse a la fatiga en esfuerzos que requieren una duración más larga; la fuerza máxima distinguida por hacer una contracción

muscular de manera estática o dinámica de forma máxima; y la fuerza de velocidad en donde una resistencia es superada con una velocidad mayor. Este tipo de entrenamiento, tiene como objetivo lograr la contracción muscular incrementando de esta manera, la masa muscular, resistencia anaeróbica y la fuerza muscular.

Una vez explicado esto, podemos decir que el entrenamiento de fuerza es de gran importancia debido a que produce grandes beneficios como lo son, el mantenimiento de la masa magra, mejoras en la resistencia y en la fuerza muscular, a su vez genera cambios en la flexibilidad, composición corporal y aumento en las fibras de tipo II b, entre otros [7]. Por ende se plantea como objetivo principal, determinar el impacto del entrenamiento de fuerza para miembros inferiores (MMII) en pacientes con falla cardíaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**E**ste estudio se da como resultado del macro-proyecto randomizado, realizado por los mismos autores y registrado en el sistema de registro y resultados de protocolo ClinicalTrials.gov de la National Library of Medicine (NLM), the National Institutes of Health (NIH) y la Food and Drug Administration (FDA): NCT03913780.

### Asignación de la muestra.

Se realizó con una muestra de 920 pacientes de alto riesgo en rehabilitación cardiovascular (RCV), que luego de los criterios de exclusión, fue de 508 individuos los cuales fueron organizados en 2 grupos (Figura 1). Esta investigación fue un ensayo clínico aleatorizado con un muestreo probabilístico básico por medio de una tabla de números aleatorios, el cual su orden fue al azar a través del programa Microsoft Excel 16.0 siendo así que, el grupo experimental al final quedó con 255 participantes (ejercicio aeróbico + entrenamiento de fuerza para miembros inferiores) y el grupo control con 253 participantes (registros médicos del año 2.000 – solo entrenamiento aeróbico).

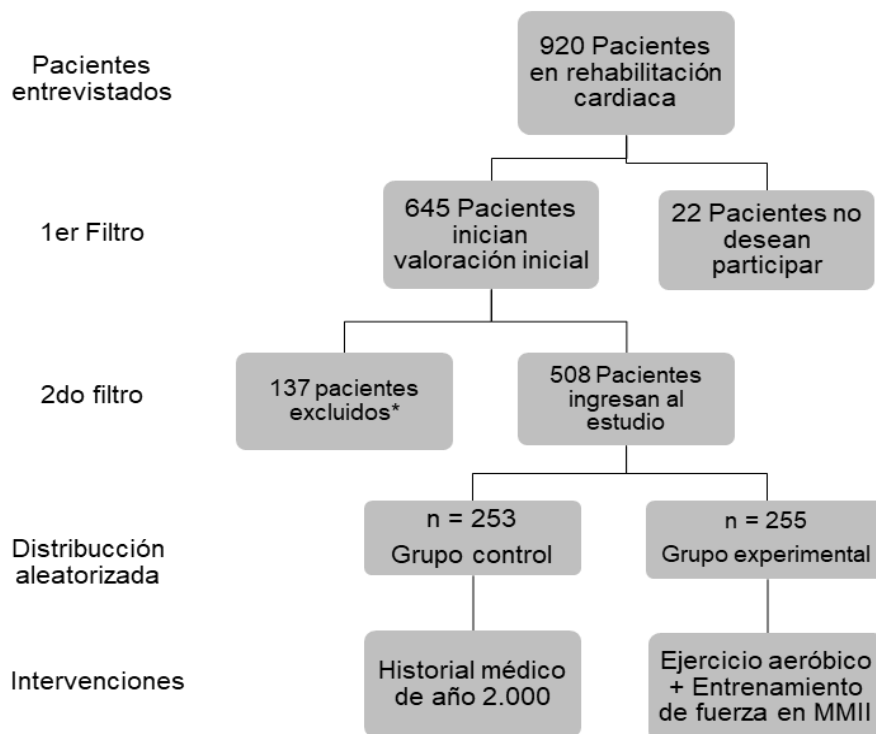
### Metodología a ciegas.

Un estudio clínico a simple ciego fue llevado a cabo en pacientes valorados por un profesional de la salud (médico fisiatra del servicio de rehabilitación cardíaca) ajeno a la investigación, al mismo tiempo que, se analizaban por medio de pruebas sanguíneas. Después, los pacientes accedieron a una base de datos en Microsoft Excel 16.0 exclusivamente con un número de identificación que permitía el cegamiento de los autores. De forma cegada, un primer autor (J. P-R) capturó el resultado de la asignación de los participantes en el grupo experimental y grupo control.

Cuestionarios, test y pruebas fueron elaborados y ejecutados por investigadores sin tener conocimiento de las asignaciones de los pacientes anterior y posterior al

entrenamiento (D. P-F. y M. D-B). Para conocer la fecha y horario del inicio del programa de entrenamiento, les fue sugerido a los participantes aproximarse a rehabilitación cardiovascular, al término de las pruebas iniciales. Al finalizar las 24 sesiones del entrenamiento se otorgó un informe preciso acerca del comportamiento y de los cambios fisiológicos por cada sesión.

**Figura 1. Flujograma de distribución de pacientes.**



MMSS: Miembros superiores; MMII: Miembros inferiores.

\*137 pacientes excluidos (7 Por cuadro infeccioso, 7 Tromboflebitis, 9 Angina inestable, 9 Diabetes descompensada, 21 por hipertensión arterial sistólica >190 mmHg, 25 refirieron safenectomía dolorosa que impide realizar las pruebas y 59 pacientes a la valoración inicial presentaban insuficiencia cardíaca descompensada).

Así mismo, es importante destacar que desde el principio de las pruebas iniciales, hasta el final del programa de entrenamiento, ningún autor estableció conversación alguna que no tuviera que ver con el tema con los participantes o incluso con los terapeutas. El autor J. P-R sostuvo exclusivamente y de manera periódica asambleas con los rehabilitadores cardiopulmonares con la finalidad de cerciorarse y generar armonía entre los participantes sin intimar con ellos.

Pruebas y test fueron realizadas a pacientes al concluir el programa de entrenamiento con la finalidad de calcular cambios post entrenamiento. Al tener en cuenta información recolectada pre y post, análisis estadísticos para el grupo experimental fueron efectuados por P. P-R. y R. P-R. Para finalizar y una vez





analizadas las distintas variables de una manera cegada, se les informó a los autores para que grupalmente se pudieran generar conclusiones.

### **Características de los participantes.**

Los participantes presentaban características similares desde el punto de vista de: FEVI, clase funcional, glucosa, perfil lipídico, porcentaje muscular, grasa e IMC (índice de masa corporal), circunferencia abdominal, sobrepeso, obesidad, prevalencia de diabetes, hipertensión arterial (HTA), enfermedad renal, factores de riesgo cardiovascular y procedimiento quirúrgico cardiovascular. Además, todos los participantes presentaron “Riesgo alto” según la estratificación propuesta por la Asociación Americana de Rehabilitación Cardiopulmonar [8].

### **Criterios de inclusión en el estudio.**

En el grupo experimental, los pacientes debían ser postoperatorio de cirugía cardiovascular que acuden a un programa de rehabilitación cardíaca fase II, los cuales en su momento tuvieron que firmar un consentimiento informado avalado por el comité de ética e investigación de la institución. Así mismo, era necesario que los participantes tuvieran insuficiencia cardíaca; no tener ningún inconveniente al efectuar los cuestionarios, test y medidas que demanda la investigación, y un compromiso para ir 3 veces a la semana para RCV. Además, para el grupo control (Historiales médicos) era necesario que el historial médico contará con toda la información necesaria y detallada, que se requería en esta investigación, tales como: Prescripción del ejercicio, tipo de entrenamiento, duración y variables evaluadas pre y pos intervención. Como también, la respectiva autorización del paciente para revisar su historial con fines investigativos.

### **Criterios de exclusión.**

Para el grupo experimental, se descartaron pacientes que tenían dolor severo en miembros inferiores, angina inestable, frecuencia cardíaca  $>120$  lpm (latidos por minuto) en reposo, presión arterial sistólica  $>190$  mmHg, presión arterial diastólica  $>120$  mmHg. Del mismo modo, no se admitieron pacientes que tuvieran un ítem positivo de las contraindicaciones para rehabilitación cardiovascular. Además, remarcamos que el participante tenía la opción de poder retirarse de la investigación cuando él lo deseara o por mostrar una inestabilidad hemodinámica sin mejorar durante algún test o durante el proceso de intervención. Para el grupo control, se excluyeron historias clínicas incompletas (Información, test, pruebas, etc.), ausencia de variables estudiadas en esta investigación, pacientes que no desearon autorizar la revisión y obtención de información de sus historiales e historias clínicas que a la fecha el paciente había fallecido.

### **Medición antropométrica.**

Datos como antecedentes personales y familiares fueron obtenidos en los participantes mediante la utilización de un cuestionario de creación propia, al mismo tiempo, fueron recolectadas medidas antropométricas tales como talla, peso,

perímetro abdominal, índice de masa corporal, porcentaje muscular y graso por medio de técnicas estandarizadas en población colombiana. Por medio de la báscula digital Tezzio TB-30037 calibrada y ubicada con anterioridad en una superficie plana y estable fueron obtenidos datos como peso, porcentaje muscular y graso usando las instrucciones del manual de usuario. Al mismo tiempo, la talla fue obtenida por medio de un Tallímetro Adulto Acrílico Pared Kramer 2104 colocando al paciente de pie, con la cabeza en plano de Frankfort, hombros relajados para de esta manera evitar la lordosis y extremidades inferiores contra la pared. Una vez descrito esto, el índice de masa corporal en  $\text{kg/m}^2$  fue determinado con las variables antes mencionadas.

Posteriormente, con ayuda de una cinta métrica y de una precisión de 1mm, la circunferencia abdominal fue obtenida tomando referencias anatómicas descritas por Frisancho [9]. Se eligió los “Puntos de corte de perímetro de cintura para el diagnóstico de obesidad abdominal en población Colombiana usando bioimpedanciometría como estándar de referencia” como puntos corte: en hombres 91cm y mujeres 89cm según Buendía R. et al. [10].

### **Parámetros clínicos y hemodinámicos.**

Después de los procedimientos anteriores, los niveles de glucosa en sangre en ayunas del primer y último día de la sesión de entrenamiento fueron determinados a través del glucómetro Accu-Chek® Performa siguiendo las especificaciones técnicas sugeridas por el fabricante. La toma de muestra sanguínea se realizó entre las 07:00 y las 08:00 a.m., después de 8-10 hrs de ayuno. Dichas muestras, se recolectaron en el laboratorio clínico del hospital determinando los niveles de glucosa, lipoproteínas de baja densidad (LDL), colesterol, lipoproteínas de alta densidad (HDL) y triglicéridos. Una ecocardiografía 2-D (bidimensional) fue realizada en todos los pacientes pre y post intervención para identificar las estructuras, fracción de eyección en el ventrículo izquierdo (FEVI) y poder analizar en tiempo real su movilidad. Así mismo, con esta valoración, la clase funcional de cada paciente fue identificada según la clasificación NYHA (New York Heart Association) designando 4 clases (I, II, III y IV); fundamentándose en limitaciones de la actividad física de los pacientes causadas por los síntomas cardíacos. De igual modo, la disnea percibida y el esfuerzo se valoraron mediante la escala modificada de Borg [11]. La frecuencia cardíaca fue percatada por el sistema Polar Multisport RS800CX y la respiratoria, al igual que la presión arterial sistólica y diastólica se obtuvieron de manera manual, mientras que la saturación de oxígeno, con un oxímetro de pulso portátil (Nellcor Puritan Bennett).

### **Pruebas y test.**

Desde el principio, los pacientes fueron sometidos a valoraciones médicas por el departamento de fisiatría con la finalidad de entender las medidas antropométricas, fisiológicas, características sociodemográficas y estado del paciente actual. Ese día, la tolerancia al ejercicio fue estimada por medio del test de la caminata de 6 minutos



según el ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test de la American Thoracic Society [12-13], el cual fue realizado anterior y posteriormente de las 24 sesiones de rehabilitación cardiovascular.

Por otro lado, para expresar el peso inicial representado en los pacientes durante el entrenamiento de fuerza en relación a miembros inferiores (MMII) utilizándose pesas según cada paciente, con repeticiones y con incrementos o disminuciones de carga de 5 a 20kg hasta que se lograra levantar el máximo peso. Fue oportuno, realizar una repetición máxima (1RM) en conjunto con una extensión completa del grupo muscular utilizado y es importante resaltar que fue sin sustituciones musculares. Posterior al día de valoraciones, cada paciente tenía que volver para la realización de una prueba de esfuerzo según el protocolo de Naughton, aconsejado para pacientes en alto riesgo. Resaltamos que para esta prueba, se les informo a los pacientes que debían evitar ingerir bebidas alcohólicas, ingerir medicamentos, fumar o consumir algún tipo de drogas con el fin de evitar alteraciones en los signos vitales o interferir en el desempeño durante el test.

### **Intervención por grupo.**

El programa de intervención consistió en 24 sesiones distribuidas 3 veces a la semana durante dos meses. El tiempo de duración, fue de 70 minutos por sesión (10 min calentamiento, 30 min. entrenamiento aeróbico, 20 min. de fuerza y 10 min. enfriamiento) para el grupo experimental y 50 minutos (10 min calentamiento, 30 min. entrenamiento aeróbico, y 10 min. enfriamiento) para el grupo control.

La prescripción del ejercicio aeróbico fue del 50 al 70% de la FCM del participante conseguida en la prueba de esfuerzo. Referente a la fuerza; esta, se determinó entre el 30% y 50% de 1RM. Resaltando, que la FCM no sobrepasó el 70% ni la captación subjetiva de esfuerzo físico a más de 7 en la escala modificada de Borg.

### *Grupo control*

Fueron historiales médicos seleccionados al azar del año 2.000 que informan, que respecto al calentamiento, se basó en ejercicios de movilizaciones por grupos musculares. El enfriamiento se realizó con ejercicios de propiocepción, coordinación, estiramientos y ejercicios respiratorios. Y relacionado a los 30 minutos de entrenamiento, se efectuaron ejercicios aeróbicos en banda sin fin, bicicleta elíptica, remo y recumbent.

### *Grupo experimental*

Este grupo consistió en un calentamiento, enfriamiento y entrenamiento aeróbico al igual que el grupo control. No obstante, este grupo se le agregó una intervención de 20 minutos de ejercicios de fuerza para miembros inferiores con equipos de multifuerza, theraband y ejercicios para activación de la bomba sóleo-gemelar.





## **Análisis estadístico.**

Inicialmente, una base de datos en Microsoft Excel 16.0 fue creada para tabular los resultados de los test y medidas pre y post entrenamiento de todos los pacientes. Más tarde, la estadística descriptiva para estimar y exponer los datos por medio de promedios con su respectiva desviación estándar fue llevada a cabo. Se valoró la normalidad de los datos por medio del test de Kolmogorov-Smirnov y el indicio de especificidad se evidenció para todos los análisis. Asimismo para la relación pre y post entrenamiento se empleó el análisis de varianza ANOVA (Análisis de la varianza de una vía) y posteriormente pruebas post hoc, a través de la prueba de Tukey, para apreciar las características de los distintos grupos de edades, género y antropometría. En todos los casos se instauró un nivel de significación de 5% ( $p < 0,05$ ) y se realizaron en el programa Stata.

## **Consideraciones éticas.**

Cabe resaltar que el diseño y desarrollo de la investigación fue llevada a cabo bajo las consideraciones éticas de la Declaración de Helsinki y la Resolución No. 008430 del Ministerio de Salud de Colombia y bajo la aprobación de los directivos y el comité de ética e investigación de la institución donde se realizó la investigación.

## **RESULTADOS**

Al programa de rehabilitación cardiovascular ingresaron 508 (H: 278 vs M: 230) pacientes con diagnóstico de postoperatorio cardiovascular e insuficiencia cardiaca con edad promedio para el grupo control de  $65 \pm 3$  años y grupo experimental de  $64 \pm 5$  años.

En cuanto al nivel académico, el 29% estudió hasta educación media, 51% universitarios y el 19% habían cursado solamente la primaria. Los procedimientos quirúrgicos cardiovasculares realizados para el grupo control y grupo experimental fueron: revascularización miocárdica (40.3% vs 44.3%), angioplastia (33.2% vs 35.3%), reemplazo valvular (13.8% vs 12.5%), cierre de comunicación interauricular (6.3% vs 2.8%), cirugía de Bentall (4.7% vs 3.9%), trasplante cardiaco (1.5% vs 1.2%) (Tabla 1). Los factores de riesgo más prevalentes en la población de estudio fueron: sedentarismo (GC:74% vs GE:81%), edad (GC:92% vs GE:94%), antecedentes de infarto agudo de miocardio (IAM) (GC:90% vs GE:93%), obesidad abdominal (GC:83% vs GE:89%), tabaquismo (GC:81% vs GE:86%), hipertensión arterial (GC:79% vs GE:82%), sobrepeso y/o obesidad (GC:74% vs GE:81%), diabetes (GC:54% vs GE:57%), dislipidemia (GC:63% vs GE:49%), ingesta de comidas inadecuadas (GC:44% vs GE:30%), depresión (GC:23% vs GE:27%), alcoholismo (GC:33% vs GE:20%), ansiedad (GC:18% vs GE:15%) y por último, la enfermedad renal (GC:13% vs GE:11%) (Tabla 2).

Tabla 1. Características iniciales de la población de estudio (n=508).

Características	Grupo control n= 253	Grupo experimental 2 n= 255
Género	H: 144 M: 109	H: 134 M: 121
Edad (años)	65 ± 3	64 ± 5
Fracción de eyección (%)	39 ± 3,1	40 ± 3,5
Estatura (m)	1,68 ± 17,8	1,64 ± 15,4
Peso corporal (kg)	75 ± 18,3	79 ± 11,6
Índice de masa corporal	29 ± 3,9	31 ± 4,6
Circunferencia abdominal (cm)	89 ± 7,2	93 ± 9,7
Porcentaje graso (%)	27 ± 6,4	29 ± 4,3
Porcentaje muscular (%)	29 ± 15,6	30 ± 12,9
Colesterol total (mg/dl)	211 ± 32,3	208 ± 29,6
Triglicéridos (mg/dl)	143 ± 21,2	160 ± 18,2
LDL (mg/dl)	149 ± 15,4	112 ± 12,7
HDL (mg/dl)	45 ± 8,2	45 ± 9,3
Glucosa (mg/dl)	127 ± 6,1	124 ± 9,5
VO2 estimado	8,9 ± 2,1	7,8 ± 4,3
Distancia recorrida (m)	223 ± 38	219 ± 53
FCM en prueba de esfuerzo	152 ± 13	148 ± 12
Revascularización miocárdica	102 (40,3%)	113 (44,3%)
Angioplastia	84 (33,2%)	90 (35,3%)
Reemplazo valvular	35 (13,8%)	32 (12,5%)
Cierre CIA	16 (6,3%)	7 (2,8%)
Cirugía de Bentall	12 (4,7%)	10 (3,9%)
Trasplante cardiaco	4 (1,5%)	3 (1,2%)

LDL: Lipoproteínas de baja densidad (Siglas en ingles); HDL: Lipoproteínas de alta densidad; FCM: Frecuencia cardiaca máxima.

Tabla 2. Factores de riesgo cardiovascular (n=508).

Características	Grupo control n= 253	Grupo experimental 2 n= 255
Sobrepeso y/o Obesidad por IMC	74%	81%
Obesidad abdominal	83%	89%
Dislipidemia	63%	49%
Hipertensión arterial	79%	82%
Diabetes	54%	57%
Enfermedad renal	13%	11%
Sedentarismo	93%	95%
Depresión	23%	27%
Ansiedad	18%	15%

Tabaquismo	81%	86%
Alcoholismo	33%	20%
Ingesta de comidas inadecuadas	44%	30%
Historial de IAM	90%	93%
Género femenino	43%	47%
Edad †	92%	94%

IMC: Índice de Masa Corporal; IAM: Infarto agudo de miocardio.

† Mujer >65 años y hombre >40 años según *Rev Colombia Cardiol* 2011; 18 (4): 177-182).

Referente a los niveles de depresión y ansiedad, se demostró una mejoría post entrenamiento en todos los grupos de intervención; siendo mayor la disminución de los casos reportados en el grupo experimental (Depresión: 27% vs 7%,  $p=0.002$ ; Ansiedad: 15% vs 4%,  $p=0.001$ ). Por otra parte, al comparar los valores de perfil lipídico en sangre, niveles glucémicos en ayunas, metros recorridos, METs y consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ ), se observó una mejoría significativa en todas las variables ( $p < 0.05\%$ ). Resaltando, que hubo mayores cambios en el grupo experimental y al momento de compararlos entre ellos, se encontró una diferencia significativa del grupo experimental frente al grupo control ( $p < 0.05\%$ ). Sin embargo, no se encontró ninguna diferencia significativa entre los grupos para las variables de HDL y LDL ( $p > 0.05\%$ ).

Respecto a la función cardiovascular, se encontró valores mayores post entrenamiento en el grupo experimental para la FCM ( $161 \pm 8$  vs  $159 \pm 14$ ;  $p=0.001$ ) y la FEVI ( $48 \pm 1.3$  vs  $41 \pm 2.2$ ;  $p < 0.001$ ). Al igual, que la disminución de los valores de porcentaje graso ( $24 \pm 6.8$  vs  $23 \pm 4.9$ ;  $p=0.001$ ), peso ( $73 \pm 7.2$  vs  $72 \pm 4.7$ ;  $p < 0.001$ ), IMC ( $27 \pm 8.8$  vs  $25 \pm 3.5$ ;  $p=0.001$ ), circunferencia abdominal ( $86 \pm 9.6$  vs  $84 \pm 5.4$ ;  $p=0.001$ ) y aumento del porcentaje muscular ( $38 \pm 6.3$  vs  $30 \pm 11.4$ ;  $p=0.001$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3. Análisis de los cambios pos entrenamiento (n=508).**

Variables	Grupo control n= 253		Grupo experimental 2 n= 255		Comparativo Valor de p
	Pre	Pos	Pre	Pos	
Fracción de eyección (%)	$39 \pm 3,1$	$41 \pm 2,2$	$40 \pm 3,5$	$48 \pm 1,3$	$<0,001$
Peso corporal (kg)	$75 \pm 18,3$	$73 \pm 7,2$	$79 \pm 11,6$	$72 \pm 4,7$	$<0,001$
Índice de Masa corporal	$29 \pm 3,9$	$27 \pm 8,8$	$31 \pm 4,6$	$25 \pm 3,5$	$0,001$
Circunferencia abdominal (CA)	$89 \pm 7,2$	$86 \pm 9,6$	$93 \pm 9,7$	$84 \pm 5,4$	$<0,001$
Porcentaje graso (%)	$27 \pm 6,4$	$24 \pm 6,8$	$29 \pm 4,3$	$23 \pm 4,9$	$0,001$
Porcentaje muscular (%)	$29 \pm 15,6$	$30 \pm 11,4$	$30 \pm 12,9$	$38 \pm 6,3$	$0,001$
Colesterol total (mg/dl)	$211 \pm 32,3$	$209 \pm 27$	$208 \pm 29,6$	$173 \pm 16,5$	$0,001$
Triglicéridos (mg/dl)	$143 \pm 21,2$	$140 \pm 18,8$	$160 \pm 18,2$	$138 \pm 7,7$	$<0,001$
LDL (mg/dl)	$149 \pm 15,4$	$133 \pm 3,4$	$112 \pm 12,7$	$109 \pm 11,6$	$> 0,05$

HDL (mg/dl)	45 ± 8,2	48 ± 4,1	45 ± 9,3	51 ± 2,3	> 0,05
Glucosa (mg/dl)	137 ± 6,1	129 ± 7,6	134 ± 9,5	115 ± 4,8	0,002
VO2 estimado	8,0 ± 2,1	10,1 ± 4,5	7,8 ± 4,3	17,45 ± 3,3	0,001
METs	2,2 ± 0,6	2,8 ± 1,2	2,22 ± 1,2	4,98 ± 0,9	<0,001
Disnea post TC6M	9 ± 2,4	7 ± 1,0	8 ± 3,8	4,3 ± 2,3	0,001
Fatiga post TC6M	8 ± 1,7	4 ± 2,3	9 ± 1,1	3 ± 2,6	0,001
Distancia recorrida (m)	223 ± 38	263 ± 56	219 ± 53	399 ± 18	<0,001
FCM en prueba de esfuerzo	152 ± 13	159 ± 14	148 ± 12	161 ± 8	0,001
Depresión	23%	18%	27%	7%	0,002
Ansiedad	18%	13%	15%	4%	0,001

HDL: Lipoproteínas de alta densidad; LDL: Lipoproteínas de baja densidad; VO2: Consumo máximo de oxígeno; FCM: Frecuencia cardíaca máxima; kg: Kilogramos; %: Porcentaje; mg/dl: Miligramos por decilitros; cm: Centímetros; m: Metros; METs: Equivalente metabólico; TC6M: Test de caminata de los 6 minutos.

## DISCUSIÓN

La presente investigación demostró los efectos positivos del entrenamiento de fuerza para miembros inferiores en pacientes con insuficiencia cardíaca que debido a sus comorbilidades y fisiopatología se encuentra rodeada de una sintomatología que con lleva alteraciones multisistemicas en el individuo que la padece. Es por ello, que el entrenamiento físico se une como tratamiento coadyuvante para mejorar la calidad de vida y semiología del paciente cardíopata. Hernández, S. et al. (2018) [14] declaran en su estudio, que la combinación del entrenamiento físico aeróbico con la resistencia a la fuerza muscular logró demostrar que se generan mejoras en los parámetros morfofuncionales, mejoras en la calidad de vida sin presentar complicaciones ni riesgos y con una alta adherencia a dicho entrenamiento; lo cual, se asemeja a los resultados obtenidos en nuestra investigación.

Así mismo, Hidalgo, R., et al. (2019) [15] al comparar los resultados de sus test de fuerza máxima inicial comparado con el final, demuestran que la fuerza puede incrementarse y los niveles altos de presión arterial disminuirse confirmándonos así que estos ejercicios tienen mejoras significativas mientras se administre una correcta dosificación. Lo cual fue un parámetro indispensable para la prescripción del ejercicio en nuestra población muestra, a quienes se dosificó sus parámetros de entrenamiento físico de manera individual y personalizada para lograr los efectos adquiridos.

Por otra parte, en una investigación reciente realizada por Lugo, L. et al. (2018) [16] implementaron un entrenamiento de fuerza muscular por segmentos con una intensidad del 60% de una repetición máxima, mostraron mejoras en la calidad de

vida así como en los componentes físicos. No se lograron demostrar resultados más específicos y significativos en el programa debido a su corta duración, sin embargo no hubo complicaciones ni efectos adversos. Resaltando que nuestra investigación a pesar de utilizar porcentajes de entrenamiento para fuerza, inferiores a los descritos por Lugo, L. et al., mostró resultados significativamente aumentados en comparación al inicio.

En otro estudio publicado por Rodríguez, I. et al. (2016) [17], anunciaron que un programa de entrenamiento de fuerza combinado con un entrenamiento interválico de intensidad alta, produce efectos beneficiosos en relación a la reactividad vascular en pacientes adultos que presentan una insuficiencia cardiaca estable. Siendo este estudio un parámetro a tener en cuenta y que al igual de la prescripción de fuerza fue inferior a la de Lugo, L. et al., para esta ocasión nuestra población de estudio fue intervenida con parámetros también inferiores, pero no menos significativos a los resultados obtenidos por Rodríguez, I. et al., en el 2016.

### **Limitaciones del estudio**

Es importante resaltar que es común que en este tipo de investigaciones surjan ciertas limitaciones debido a las múltiples variables existentes alrededor del paciente cardiovascular. El tratamiento farmacológico y la calidad de vida son algunas de estas, sin embargo, no se incluyeron como variables a evaluar aun cuando, inevitablemente estas cumplen con un factor que predomina en la respuesta cardiovascular con respecto al ejercicio.

## **CONCLUSIONES**

**E**l entrenamiento de fuerza en miembros inferiores, ineludiblemente beneficia a los pacientes con insuficiencia cardiaca. Ambos grupos de intervención, presentaron mejoría en todas las variables evaluadas ( $p = <0,05$ ). Aunque, se logró evidenciar mayores beneficios en los pacientes que se les aplicó entrenamiento aeróbico más entrenamiento de fuerza en miembros inferiores en comparación con el grupo control.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores de este artículo declaran que no se presentaron conflictos de intereses durante su realización.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. (2017). Enfermedades Cardiovasculares. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
2. American Heart Association. (2017). What is Heart Failure?. Available in: <https://www.heart.org/en/health-topics/heart-failure/what-is-heart-failure>.
3. Pereira, C. C., Cedeño, H. O., Rojas, Á. R. G., & Morell, E. C. (2019). Índice de masa corporal e interleuquina 6 en la mortalidad de pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. *Revista Cubana de Medicina*, 56(3).
4. Javaloyes, P., Marquina, V., & Llorens, P. (2018). Insuficiencia cardíaca con fracción de eyección intermedia: ¿ Nueva entidad?. *CorSalud*, 10(3), 242-249.
5. Ávila, J. C., Hurtado, H., Benavides, V., & Betancourt, J. (2019). Ejercicio aeróbico en pacientes con falla cardíaca con y sin disfunción ventricular en un programa de rehabilitación cardíaca. *Revista Colombiana de Cardiología*.
6. Álvarez, O. G., & Estrada, M. S. (2018). La fuerza, concepciones y entrenamiento dentro del deporte moderno/The force conceptions and training inside of the modern sport. *Universidad & Ciencia*. 8(1), 203-213.
7. Pardo, A. Y. G., Quintero, G. A. G., & Muñoz, A. I. G. (2019). Fuerza explosiva en adultos mayores, efectos del entrenamiento en fuerza máxima (Explosive strength in older adults, training effects on maximum strength). *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (36), 64-68.
8. American Association of Cardiovascular Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs. 4th ed. Champaign: Human Kinetics; 2004.
9. Frisancho R. Anthropometric standard for the assessment of growth and nutritional status. Chapter II: Methods and materials. Ann Arbor: University of Michigan Press. 1993, p.p. 9-31.
10. Buendía R, Zambrano M, Díaz A, Reino A, Ramírez J, Espinosa E. Puntos de corte de perímetro de cintura para el diagnóstico de obesidad abdominal en población colombiana usando bioimpedanciometría como estándar de referencia. *Rev Colomb Cardiol*. 2016; 23 (1): 19-25.
11. Fett CA, Fett WCR, Marchini JS. Circuit weight training vs. jogging in metabolic risk factors of overweight/obese women. *Arq Bra Cardiol*. 2009; 93: 519-525.
12. Enright P, Sherrill D. Reference Equations for the Six- Minute Walk in Healthy Adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998; 158: 1384-1387.
13. American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 111-117.
14. Hernández, S., Mustelier, J. Á., Larrinaga, V., Rodríguez, L., Sorio, B., Peña, V., & Rivas, E. (2018). Efecto del entrenamiento físico en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica y fracción de eyección del ventrículo izquierdo deprimida. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*, 24(3).
15. Hidalgo, R. C., & Castro, A. (2019). Alternativa de ejercicios de fuerza dinámica para el tratamiento de la hipertensión arterial en jóvenes. *Revista científica especializada en Cultura Física y Deportes*, 16(40), 46-59.
16. Lugo, L. H., Navas, C. M., Plata, J. A., Ortiz, S. D., Caraballo, D., Henao, A. C., & Sénior, J. M. (2018). A randomised clinical trial to evaluate the effect of a supervised rehabilitation program with exercise on oxygen consumption, function, and quality of life of patients with chronic heart failure. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(2), 106-115.
17. Rodríguez, I., Romero, F., & Saavedra, M. J. (2016). Estrés hemodinámico inducido por ejercicio: bases fisiológicas e impacto clínico. *Archivos de cardiología de México*, 86(3), 244-254.